

Análisis morfométrico de *Pleurodema thaul* (Lesson, 1826) (Anura, Leptodactylidae) y algunas consideraciones acerca de su morfología esternal

Sergio D. ROSSET*, Néstor G. BASSO** & Rubén J. LOMBARDO***

* Instituto de Limnología "Dr Raul A. Ranguel" (ILPLA) Casilla de Correo 712, 1900 La Plata, Argentina

** Centro Nacional Patagónico (CENPAT), Blvd Brown s/n, 9120 Puerto Madryn, Argentina

*** Laboratorio de Limnología, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

Morphometry and anatomical variability of *Pleurodema thaul* populations from Argentina and Chile were analyzed. Multivariate statistical tests were applied to 16 morphometric variables. Results indicate that the studied populations of *P. thaul* cannot be distinguished in different morphotypes, as previously proposed. Skeletal morphology of the sternum (xiphisternum) reveals that the Argentine populations of *P. thaul* have an incised sternum, as the sternum observed in Chilean specimens. Our results do not allow supporting the separation of *P. thaul* in different specific entities.

INTRODUCCIÓN

Pleurodema Tschudi, 1838 ha sido considerado el género más primitivo de los leptodactílicos de la subfamilia Leptodactylinae debido a características plesiomorfías presentes tanto en la morfología externa de adultos y larvas como en la osteología (LYNCH, 1971). Las especies que integran este género poseen un tamaño mediano (30-55 mm entre hocico y cloaca), hábitos terrestres o cavadores y, la mayoría de ellas, un par de glándulas lumbares bien desarrolladas. Osteológicamente, se caracterizan por la presencia de un amplio estilo esternal óseo, fontanela frontoparietal grande y por la ausencia de osificación cuadradoyugal en el arco maxilar (LYNCH, 1971; CEI, 1980).

Actualmente, en el género *Pleurodema* se reconocen 12 especies (FROST, 1985) y persisten algunas controversias taxonómicas. Un ejemplo lo constituye *Pleurodema borellii* (Peracca, 1895), considerada por PARKER (1927) dentro de la sinonimia de *Pleurodema cinerea* Cope, 1877, pero sustentada como especie distinta por GALLARDO (1968) sobre la base de diferencias de tamaño, coloración y morfología del esternón. Autores tales como BARRIO & RINALDI DI CHIARI (1970) y MC LISTER et al (1991) se inclinan a favor de tal sinonimia, mientras que DULLMAN & VELOSO (1977) y CEI (1980), entre otros, reconocen a *P. borellii* como especie válida y distinta de *P. cinerea*.

Por otro lado, *Pleurodema thaul* (Lesson, 1826), distribuida en el sur de Argentina y a lo largo de Chile, sinonimizada tiempo atrás con las poblaciones uruguayas de *Pleurodema bibroni* (ver CEI, 1962, DONOSO-BARROS, 1969), es actualmente considerada una especie válida de elevado polimorfismo (CEI & CAPURRO, 1957; CEI & ESPINA AGUILERA, 1957; CEI, 1958, 1962). Sin embargo, debido a la amplia variabilidad morfológica, observada fundamentalmente en poblaciones chilenas, han existido dudas sobre su estatus taxonómico. DUELLMAN & VELOSO (1977) señalan la posibilidad de que bajo esta entidad puedan reconocerse más de una especie.

Pleurodema thaul se distribuye en los bosques cordilleranos patagónicos de la Argentina desde el alto valle del río Neuquén, en la provincia de Neuquén, hasta la región de los lagos Menéndez y Futalaufquen, en la provincia de Chubut. En Chile se extiende desde Antofagasta y los ríos Copiapó y Huasco, al norte, hasta la región de Aisén al sur (CEI, 1962; VELOSO & NAVARRO, 1988), ocupando ambientes tan variados como son las regiones desérticas del norte, los bosques de la región central, la selva valdiviana, las zonas cordilleranas (hasta los 1500 m) y las orillas rocosas del mar (CEI, 1958).

CEI (1958, 1962) considera que la amplia variabilidad geográfica de *P. thaul* en caracteres morfológicos, fisiológicos y etológicos tales como la longitud total, el tamaño de las glándulas lumbarcs, la coloración, las secreciones cutáneas y el número de relieves glandulares, representaría un polimorfismo, debido, en parte, a que algunos de estos caracteres presentan evidentes variaciones clnales a lo largo de Chile. Además, según CEI (1960), las poblaciones chilenas del norte (Copiapó, Huasco) y del sur (Llanquihue, Aisén), fenotípicamente diferentes, estarían conectadas genéticamente a través de las poblaciones intermedias y no constituirían especies o subespecies distintas. Las poblaciones argentinas de *P. thaul*, escasamente estudiadas, serían para CEI (1960) comparables a las de la región valdiviana de Chile.

DUELLMAN & VELOSO (1977) describen variación entre poblaciones de *P. thaul* en caracteres morfológicos, en el modo de deposición de los huevos, el tipo de amplexo y la morfología del esternón. Basándose en esta variabilidad y en las diferencias poblacionales observadas por VELOSO et al. (1973) a nivel canológico, proponen la existencia de tres morfotipos dentro de *P. thaul*. Según DUELLMAN & VELOSO (1977), estos morfotipos, identificados sobre la base de su distribución geográfica como *Argentina Sur*, *Chile Sur* y *Chile Central*, deberían nominarse como especies distintas. Sin embargo, estos autores se abstienen de su reconocimiento taxonómico a causa del incompleto conocimiento de los límites distribucionales y de la variabilidad intrapoblacional. El morfotipo referido a *Argentina Sur* coincide con toda la extensión de la especie en Argentina, *Chile Sur* abarca la provincia de Llanquihue, la Isla de Chiloé y la región de Aisén; y *Chile Central* se extiende desde La Serena hasta Concepción. Las poblaciones chilenas distribuidas entre Concepción y Valdivia podrían estar integradas por representantes de los morfotipos chilenos central y sur o, incluso, constituir un taxón distinto (DUELLMAN & VELOSO, 1977).

Con el objeto de analizar la variabilidad de las diferentes poblaciones actualmente referidas a *Pleurodema thaul*, identificar caracteres que permitan establecer diferencias entre las poblaciones y aportar mayor información para dilucidar su posición taxonómica, se llevó a cabo un análisis morfométrico y se realizaron observaciones comparativas de su osteología

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 301 ejemplares adultos pertenecientes a *Pleurodema thaul* que forman parte de las colecciones herpetológicas del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (MACN), del Field Museum of Natural History (FMNH), del Museo de La Plata (MLP) y del Instituto de Limnología "Dr. Raul A. Ringuelet" (ILPLA).

Sobre cada ejemplar se registraron 16 variables morfométricas exosomáticas: (1) longitud hocico-cloaca (LHC), (2) ancho de la cabeza (AC); (3) longitud de la cabeza (LC); (4) longitud de la tibia (LT), (5) longitud del pie (LP); (6) longitud del fémur (LF), (7) distancia internarial (DIN); (8) distancia interorbital (DIO); (9) longitud de la glándula lumbar (LGL), (10) ancho de la glándula lumbar (AGL), (11) distancia del ojo a la nariz (ON); (12) distancia del ojo al hocico (OH); (13) longitud del párpado superior (PAR); (14) longitud del ojo (OJO); (15) longitud del tubérculo metacarpal interno (MCI); (16) longitud del tubérculo metatarsal interno (MTI).

Las medidas fueron tomadas con calibre de escala Vernier con una precisión de 0,02 mm. Se tuvieron en consideración aquellos especímenes cuya longitud hocico-cloaca superara los 21 mm, para asegurar el estudio con ejemplares que hayan alcanzado la madurez sexual (CET, 1962). Además, para cada uno de los especímenes se determinó el sexo sobre la base de la presencia o ausencia de saco vocal.

El material proviene de 52 localidades de Argentina y Chile y abarca la mayor parte de la distribución geográfica de *P. thaul*. Los especímenes estudiados en cada una de las localidades se encuentran en el ap.1. Para tener en cuenta los tres morfotipos propuestos por DUELLMAN & VELOSO (1977), el material se organizó, de acuerdo a su procedencia, de la siguiente manera: (1) *Argentina Sur*: incluye las 36 localidades estudiadas de Argentina ($n = 198$), (2) *Chile Central*: abarca Coquimbo, Zapallar, Viña del Mar, Valparaíso, Santiago y Concepción ($n = 40$), (3) *Chile Sur*: abarca Lago Todos Los Santos, Llanquihue, Correntoso, Chamiza, Puerto Montt e Isla de Chiloe ($n = 43$). Las localidades de Vegas Blancas, Cordillera de Nahuelbuta, Lago Villarrica y Valdivia pertenecen a la región chilena intermedia a *Chile Sur* y *Chile Central* ($n = 20$).

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Los valores de las 16 variables morfométricas obtenidos de 301 especímenes fueron analizados utilizando técnicas estadísticas multivariadas: análisis de componentes principales (ACP), análisis multivariado de la varianza (MANOVA), análisis discriminante y análisis de agrupamientos.

Los análisis de componentes principales se llevaron a cabo utilizando el programa NTSYS-pc versión 1.8 (ROHLF, 1993), mientras que el MANOVA, el análisis discriminante, el análisis de agrupamientos y las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza-covarianza se realizaron usando el programa STATISTICA versión 5.1 (STATSOFT, 1996).

Análisis de componentes principales

Se llevaron a cabo, por sexo, tres análisis de componentes principales para establecer si las variables morfométricas permiten ordenar a los especímenes de *P. thaul* en relación con su distribución geográfica. En cada uno de estos análisis se extrajeron los tres primeros componentes principales. El primer ACP se desarrolló a partir de una matriz de varianza-covarianza de los datos transformados a logaritmo natural (ACP de varianza-covarianza); esta transformación se llevó a cabo con el fin de homogeneizar la magnitud de las variables morfométricas. En un análisis de este tipo los individuos se ordenarán en función de su tamaño y forma (REYMENT et al., 1984).

El segundo análisis de componentes principales se llevó a cabo a partir de una matriz de correlación obtenida de la estandarización de las 16 variables morfométricas (ACP de correlación). A través de la estandarización todas las variables contribuyen equitativamente en el análisis, permitiendo analizar los cambios en las proporciones de las variables morfométricas. Finalmente, el tercer ACP se llevó a cabo siguiendo el método de Burnaby (ACP de Burnaby) según lo indicado por ROHLE (1993) para remover el efecto del tamaño en la ordenación de los especímenes.

Análisis multivariado de la varianza (MANOVA) y análisis discriminante

El MANOVA se realizó para poner a prueba la hipótesis de existencia de los grupos *Argentina Sur*, *Chile Sur* y *Chile Central* dentro del material estudiado. El análisis discriminante ("forward stepwise") permitió seleccionar las variables morfométricas que mejor discriminan entre los conjuntos mencionados. Se utilizaron las variables morfométricas transformadas a logaritmo natural y los supuestos estadísticos de normalidad y homocedacia se probaron mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y el test multivariado Box M de homogeneidad de varianza-covarianza, respectivamente.

Análisis de agrupamientos

Se realizaron, por sexo, dos análisis de agrupamientos para estudiar si la similitud morfométrica de los especímenes permite establecer agrupaciones relacionadas con la distribución geográfica. En el primer análisis se utilizaron las 16 variables morfométricas estandarizadas y como medida de similitud se empleó el coeficiente de correlación de Pearson. El segundo análisis de agrupamientos se realizó con las 16 variables morfométricas transformadas a logaritmo natural y se utilizó como medida de similitud la distancia euclídeana. En todos los casos se empleó la técnica de ligamiento promedio de la media aritmética no ponderada (UPGMA) (CRISCI & LÓPEZ ARMENGOL, 1983).

ANÁLISIS DEL ESQUELETO

La morfología del esqueleto se analizó mediante preparados obtenidos según el método de doble tinción y transparentado descrito por TAYLOR & VAN DYKE (1985). El procedimiento se aplicó a un total de 19 especímenes (17 de Argentina y 2 de Chile) e incluye la tinción del tejido cartilaginoso por medio de una solución de azul Alcian, la tinción del tejido óseo

utilizando una solución de rojo de alizarina y la diafanización del tejido muscular por medio de una solución de KOH o tripsina. La duración de cada paso y las concentraciones de las soluciones se ajustaron según el estado en que se encontraba el material. Para una mejor visualización del esqueleto, la conservación final de los ejemplares se realizó en glicerina al 100 %

RESULTADOS

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Los estadísticos descriptivos de las 16 variables morfométricas estudiadas en *Pleurodema thaul* se encuentran detallados por sexo en la tab. 1. Además, se presentan los resultados de las pruebas de igualdad de medias entre sexos, realizadas, para cada variable, mediante el test *t* de Student. Se observa que a excepción de la variable longitud del ojo, las demás variables morfométricas muestran diferencias significativas entre los sexos ($P < 0,05$). Por otro lado, la media de las variables es mayor en las hembras que en los machos, salvo en el caso de longitud del tubérculo metacarpal interno.

La variación geográfica de las poblaciones de *P. thaul* en cuanto a longitud hocico-cloaca y longitud de la glándula lumbar se visualiza en la fig. 1, en donde se representan, por sexo, la media, el desvío estándar y el rango de estas variables. Las localidades se encuentran ordenadas de norte a sur tanto en Argentina como en Chile.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales de varianza-covarianza llevado a cabo con las hembras explica, a través de los tres primeros componentes principales, el 88,05 % de la variabilidad. Las variables que más contribuyen a describir esta variabilidad morfométrica son: longitud de la glándula lumbar, ancho de la glándula lumbar, longitud del tubérculo metatarsal interno, longitud del tubérculo metacarpal interno y longitud hocico-cloaca. En la tab. 2 se encuentran los autovalores y autovectores obtenidos. Las ordenaciones resultantes de graficar los especímenes hembra sobre los componentes 1 vs. 2, 1 vs. 3 y 2 vs. 3 se presentan en la fig. 2. Se observa una única nube de puntos dentro de la cual no es posible encontrar ningún tipo de ordenación de los especímenes relacionada con su distribución geográfica. Por otra parte, existe una amplia superposición de los conjuntos formados por los ejemplares pertenecientes a *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur*. El mayor número de especímenes de *Chile Sur* se ubica a altos valores del primer y segundo componentes, mientras que la mayor cantidad del material proveniente de *Chile Central* se ubica a valores bajos de estos componentes. Sin embargo, no es posible establecer diferencias morfométricas entre estos grupos debido a su amplia superposición. Los ejemplares de la región chilena intermedia (Vegas Blancas, Cordillera de Nahuelbuta y Valdivia) se agrupan tanto con los ejemplares de *Chile Central* como con los de *Chile Sur*. Los ejemplares de Argentina se encuentran dispersos en la nube de puntos y superpuestos con los ejemplares chilenos, a lo largo de los tres componentes.

Tabla 1. - Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas estudiadas en *Pleurodema thaul* por sexo (H, hembras, $n = 172$; M, machos, $n = 129$). C.V., coeficiente de variación.

Variable	Sexo	Media	Desvío estándar	Mínimo	Máximo	C.V.	Test <i>t</i>
Longitud hocico-cloaca	H	38.82	7.36	21.74	54.25	0.19	6.19
	M	34.32	4.27	25.80	47.44	0.12	$P < 0.05$
Ancho de la cabeza	H	13.04	2.32	6.92	18.22	0.18	4.46
	M	12.01	1.44	8.92	16.65	0.12	$P < 0.05$
Longitud de la cabeza	H	11.39	1.99	6.03	15.50	0.17	3.93
	M	10.55	1.57	7.46	19.95	0.15	$P < 0.05$
Longitud de la tibia	H	16.98	3.00	10.38	22.30	0.18	4.97
	M	15.49	1.86	10.90	22.06	0.12	$P < 0.05$
Longitud del pie	H	27.55	5.19	15.72	37.76	0.19	4.79
	M	25.08	3.15	18.10	33.10	0.13	$P < 0.05$
Longitud del fémur	H	15.53	3.16	8.68	23.48	0.20	4.84
	M	13.98	2.06	9.86	19.55	0.15	$P < 0.05$
Distancia intermarial	H	2.68	0.42	1.65	3.90	0.16	6.81
	M	2.40	0.24	1.76	3.00	0.10	$P < 0.05$
Distancia interorbital	H	5.96	0.96	3.45	8.48	0.16	6.59
	M	5.34	0.53	4.35	7.86	0.10	$P < 0.05$
Longitud de la glándula lumbar	H	5.64	1.42	2.55	9.40	0.25	6.02
	M	4.76	0.97	2.95	7.84	0.20	$P < 0.05$
Ancho de la glándula lumbar	H	3.05	0.80	1.19	5.40	0.26	5.84
	M	2.56	0.60	1.40	4.30	0.24	$P < 0.05$
Distancia ojo-narina	H	3.00	0.48	1.82	4.60	0.16	5.95
	M	2.72	0.30	2.05	3.60	0.11	$P < 0.05$
Distancia ojo-hocico	H	5.42	0.90	3.25	7.40	0.17	5.86
	M	4.89	0.55	3.65	6.80	0.11	$P < 0.05$
Longitud del párpado superior	H	5.12	0.88	2.97	7.15	0.17	3.18
	M	4.84	0.61	3.70	7.05	0.13	$P < 0.05$
Longitud del ojo	H	3.92	0.65	2.29	5.40	0.17	1.81
	M	3.79	0.49	2.62	5.14	0.13	$P > 0.05$
Longitud del tubérculo metacarpal interno	H	2.14	0.50	1.20	3.95	0.23	-3.52
	M	2.32	0.36	1.40	3.10	0.16	$P < 0.05$
Longitud del tubérculo metatarsal interno	H	2.02	0.46	0.90	3.05	0.23	5.68
	M	1.75	0.36	0.70	2.90	0.21	$P < 0.05$

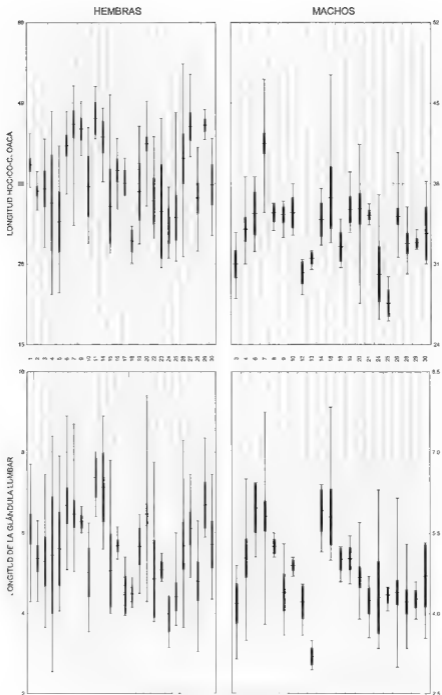


Fig. 1. Media, desvío estandar y rango de las variables longitud hocico-cloaca y longitud de la glándula lumbar, por sexo, para cada una de las siguientes localidades estudiadas: (1) Coquimbo, (2) Valparaíso, (3) Santiago, (4) Concepción, (5) Vegas Blancas, (6) Valdivia, (7) Llanquihue, (8) Chamiza, (9) Puerto Montt, (10) Isla de Chiloé; (11) Alumine, (12) Lago Tromen, (13) Lago Curruhue, (14) Junín de los Andes, (15) Lago Lacar, (16) San Martín de los Andes, (17) Pichi Trafal; (18) Río Pichi Trafal, (19) Isla Victoria, (20) Puerto Blest, (21) Lago Frías, (22) Lago Nahue, Huapi, (23) Monte Tronador, (24) Río Manso Superior, (25) Lago Hess, (26) El Bolsón, (27) Lago Puelo, (28) Cerro Puntudo; (29) Lago Verde, (30) Lago Futalauflquen

Tabla 2. Resultados de los tres análisis de componentes principales realizados con las hembras. Se muestran los autovectores, los autovalores y el porcentaje de varianza explicada.

Variable	ACP varianza-covarianza			ACP correlación			ACP Burnaby		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
LHC	0.196	0.002	0.023	0.977	0.025	0.068	0.836	0.376	0.303
AC	0.181	0.006	0.029	0.963	0.019	0.105	0.131	0.049	-0.185
LC	0.175	0.016	0.024	0.944	-0.045	0.103	0.072	-0.069	-0.250
LT	0.179	0.021	0.023	0.967	-0.086	0.070	0.164	-0.097	-0.257
LP	0.187	0.025	0.026	0.950	-0.102	0.077	-1.316	0.209	0.055
LF	0.191	0.019	0.035	0.895	-0.051	0.083	0.071	-1.322	0.038
DIN	0.136	-0.010	0.006	0.835	0.194	-0.041	0.027	0.049	-0.033
DIO	0.156	0.008	0.000	0.940	-0.007	-0.062	-0.007	0.062	-0.079
LGL	0.227	-0.085	-0.039	0.824	0.378	-0.112	0.240	0.146	-0.662
AGL	0.225	-0.130	-0.017	0.793	0.490	-0.127	0.175	0.035	-0.153
ON	0.132	0.014	0.015	0.817	-0.050	0.022	-0.016	-0.019	-0.036
OH	0.157	0.012	0.025	0.912	-0.015	0.134	0.021	-0.066	-0.004
PAR	0.160	0.023	0.006	0.908	-0.160	0.036	-0.029	0.090	-0.008
OJO	0.146	0.017	0.036	0.849	-0.105	0.284	-0.018	0.072	0.004
MCI	0.185	0.063	-0.105	0.793	-0.276	-0.479	-0.034	0.007	-0.040
MTI	0.208	0.051	-0.050	0.866	-0.141	-0.264	-0.006	-0.019	-0.019
Autovalor	0.517	0.034	0.022	12.725	0.579	0.478	2.577	1.997	0.731
Varianza	79.46	5.22	3.37	79.53	3.62	2.99	33.39	25.88	9.48
Acumulado	79.46	84.68	88.05	79.53	83.15	86.14	33.39	59.27	68.75

El ACP de varianza-covarianza llevado a cabo con los machos explica el 75,91 % de la variabilidad morfométrica a través de los tres componentes obtenidos. Al igual que en el análisis de las hembras las variables que más contribuyen a explicar la variabilidad son: ancho de la glándula lumbar, longitud de la glándula lumbar, longitud del tubérculo metatarsal interno y longitud del tubérculo metacarpal interno (tab. 3). Las ordenaciones de los ejemplares que se obtienen a través de los componentes principales, comparadas con las ordenaciones del análisis anterior, muestran una mayor superposición de los conjuntos formados por los ejemplares pertenecientes a *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur*, por lo tanto, no es posible establecer diferencias morfométricas entre estos grupos.

Los ejemplares de *Argentina* pertenecientes a una misma localidad están ampliamente distribuidos en la nube de puntos y superpuestos con ejemplares de otras localidades, de manera que no es posible establecer diferencias morfométricas entre las poblaciones argentinas de *P. thaul*. Estas ordenaciones se obtienen tanto al considerar a las hembras como a los machos.

En el análisis de componentes principales de correlación realizado con las hembras los tres componentes principales extraídos explican el 86,14 % de la variabilidad morfométrica. Las variables que más contribuyen a estos componentes son: longitud hocico-cloaca, longitud

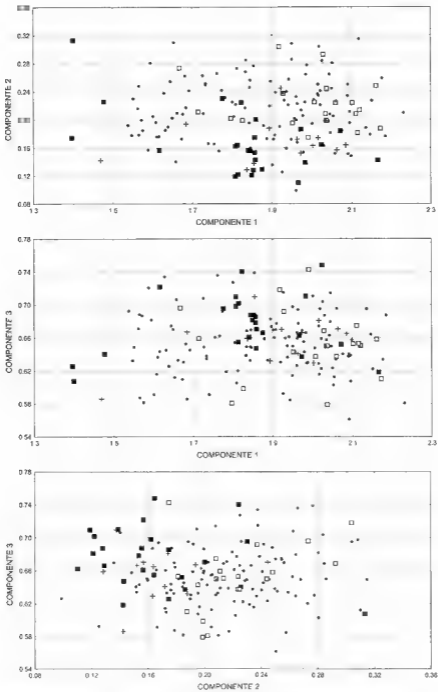


Fig. 2. – Ordenaciones de los especímenes hembra de *Pleurodema thail* basadas en los tres primeros componentes principales del ACP de varianza-covarianza. (■) Chile Central, (□) Chile Sur, (●) Argentina Sur, (+) localidades de la región intermedia a Chile Central y Chile Sur

Tabla 3. Resultados de los tres análisis de componentes principales realizados con los machos. Se muestran los autovectores, los autovalores y el porcentaje de varianza explicada.

Variable	ACP varianza-covarianza			ACP correlación			ACP Burnaby		
	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3	C 1	C 2	C 3
LHC	0.111	0.016	0.018	0.937	0.032	0.116	0.910	0.184	0.149
AC	0.106	0.020	0.017	0.920	0.021	0.026	0.132	-0.228	-0.102
LC	0.114	0.016	0.014	0.813	-0.043	0.148	0.419	-0.339	0.167
LT	0.102	0.023	0.023	0.881	0.060	-0.089	-0.178	-0.056	-0.836
LP	0.100	0.038	0.032	0.855	0.192	-0.186	-1.109	0.677	0.170
LF	0.115	0.020	0.024	0.781	-0.057	-0.308	-0.771	-1.036	0.175
DIN	0.066	0.021	0.028	0.706	0.204	-0.058	-0.025	-0.016	0.004
DIO	0.074	0.011	0.012	0.812	0.020	0.139	0.068	-0.034	-0.056
LGL	0.149	-0.102	0.025	0.664	-0.580	0.169	0.137	-0.286	-0.049
AGL	0.174	-0.136	-0.037	0.646	-0.579	0.327	0.157	-0.155	-0.062
ON	0.073	0.013	0.013	0.715	-0.115	-0.269	-0.015	-0.011	-0.052
OH	0.081	0.010	0.005	0.709	-0.183	-0.378	-0.058	-0.081	0.010
PAR	0.089	0.024	0.010	0.746	0.250	0.418	0.115	0.042	0.021
OJO	0.082	0.042	0.037	0.694	0.445	0.293	0.025	0.071	-0.016
MCI	0.116	0.048	0.005	0.725	0.199	-0.097	-0.030	-0.024	-0.035
MTI	0.149	0.065	-0.130	0.665	-0.025	-0.232	0.005	-0.031	-0.004
Autovalor	0.195	0.042	0.024	9.540	1.108	0.870	2.945	1.858	0.833
Varianza	56.66	12.18	7.07	59.62	6.92	5.44	35.93	22.66	10.16
Acumulado	56.66	68.84	75.91	59.62	66.55	71.99	35.93	58.59	68.75

de la tibia, ancho de la glándula lumbar, longitud de la glándula lumbar y longitud del tubérculo metacarpal interno (tab. 2). A partir de las ordenaciones de este análisis, al igual que en el ACP de varianza-covarianza, se observa una única nube de puntos dentro de la cual no es posible encontrar una ordenación relacionada con la distribución geográfica. Se observa una amplia superposición de los ejemplares pertenecientes a *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur* y por lo tanto, no es posible establecer diferencias morfométricas entre ellos. La mayor parte de los ejemplares de la región intermedia (Vegas Blancas, Cordillera de Nahuelbuta y Valdivia) se superponen con los de *Chile Central*. En la fig. 3 se representan los componentes 2 vs. 3 de este análisis.

En el ACP de correlación realizado con los machos los tres primeros componentes principales extraídos explican el 71,98 % de la variabilidad. Los resultados son similares al análisis realizado con las hembras en cuanto a las variables de mayor peso en los componentes (tab. 3) y en cuanto a la considerable superposición entre los grupos (fig. 3). En este caso, los ejemplares de Valdivia, Vegas Blancas, Cordillera de Nahuelbuta y Lago Villarica se encuentran superpuestos tanto con los especímenes de *Chile Central* como con los de *Chile Sur*.

El análisis de componentes principales siguiendo el método de Burnaby explica, mediante los tres componentes extraídos, un porcentaje de varianza del 68,75 %, tanto si el

análisis incluye a las hembras como a los machos. En el ACP de Burnaby realizado con las hembras las variables de mayor peso son: longitud del pie, longitud hocico-cloaca, longitud de la glándula lumbar, longitud del fémur y longitud de la tibia (tab. 2) mientras que en el ACP de Burnaby realizado con los machos las variables son: longitud del pie, longitud hocico-cloaca, longitud del fémur, longitud de la cabeza y longitud de la tibia (tab. 3). Las ordenaciones que resultan de graficar los componentes 1 vs. 2 de los ACP de Burnaby de hembras y de machos se representan en la fig. 4. En ninguno de estos análisis es posible establecer diferencias morfométricas entre los grupos *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur*. La superposición de las nubes de puntos correspondientes a estos grupos es mucho mayor que en las ordenaciones obtenidas por ACP de varianza-covarianza y ACP de correlación. Además, no es posible encontrar ninguna otra ordenación de los ejemplares que se relacione con su distribución geográfica.

MANOVA y análisis discriminante

Se puso a prueba mediante MANOVA la hipótesis que considera a los grupos *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur* como entidades diferentes. Utilizando los datos morfométricos de los machos, el MANOVA llevado a cabo detectó diferencias significativas entre los grupos (Wilks' $\lambda = 0.6507$, $P < 0.05$). Las variables que mejor discriminan entre *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur* son longitud de la cabeza, ancho de la cabeza, longitud del tubérculo metacarpal interno y distancia del ojo al hocico. Por otro lado, utilizando una función discriminante basada en estas variables, los porcentajes de especímenes correctamente clasificados fueron 61 % para *Argentina Sur*, 67 % para *Chile Central* y 69 % para *Chile Sur*. Con las hembras se obtuvieron resultados similares.

Análisis de agrupamientos

Los análisis de agrupamientos realizados, tanto con las hembras como con los machos, no permitieron la agrupación de los especímenes según un patrón de distribución geográfica. Los diversos agrupamientos formados contienen representantes de localidades muy variadas, provenientes tanto de *Argentina Sur* como de *Chile Central* o *Chile Sur*. En todos los casos, los especímenes procedentes de Argentina se agrupan con especímenes de Chile. Con respecto a las localidades argentinas, tampoco es posible encontrar agrupaciones que se relacionen con su distribución geográfica; especímenes del norte de Argentina (Caviahue, Lago Tromen) se agrupan con aquellos del centro (Puerto Blest) y sur (Lago Futalauquén). Los resultados del análisis de agrupamientos empleando el coeficiente de correlación de Pearson se presentan, para los machos, en la fig. 5.

ANÁLISIS DEL ESQUELETO

Las observaciones realizadas sobre los distintos constituyentes del esqueleto de *Pleurodema thaul* no permitieron encontrar diferencias morfológicas de relevancia en el material estudiado. Los datos obtenidos más importantes se refieren a la morfología de la porción posterior del esternón (xiphisternón), de estructura cartilaginosa.

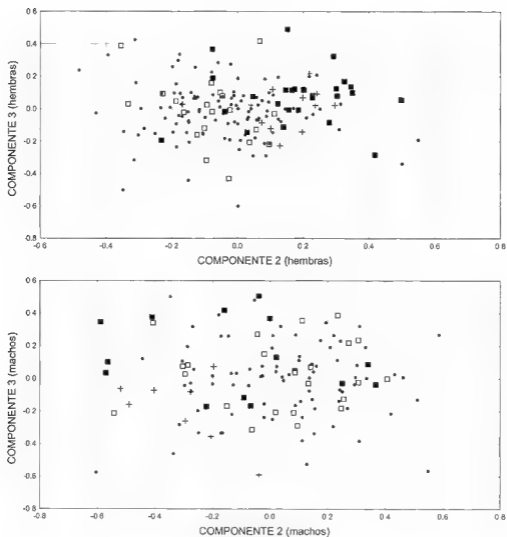


Fig. 3. — Ordenación de especímenes de *Pleurodema thal* basada en los componentes principales 2 y 3 del ACP de correlación para hembras y machos. (■) Chile Central, (□) Chile Sur, (●) Argentina Sur, (+) localidades de la región intermedia a Chile Central y Chile Sur

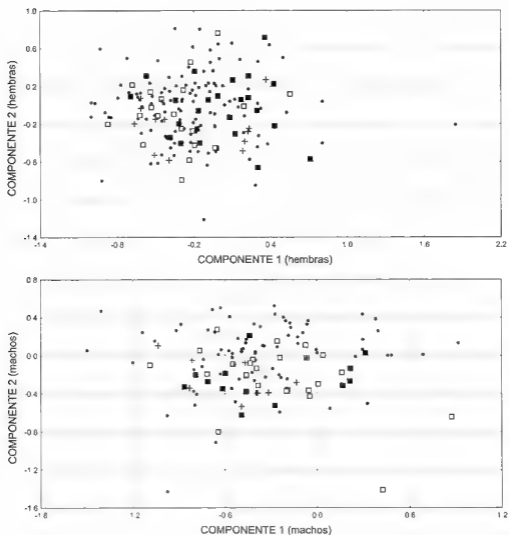


Fig 4 Ordenación de especímenes de *Pleurodema thaul* resultante de los componentes principales 1 y 2 del ACP de Burnaby para hembras y machos. (■) Chile Central, (□) Chile Sur, (●) Argentina Sur, (+) localidades de la región intermedia a Chile Central y Chile Sur

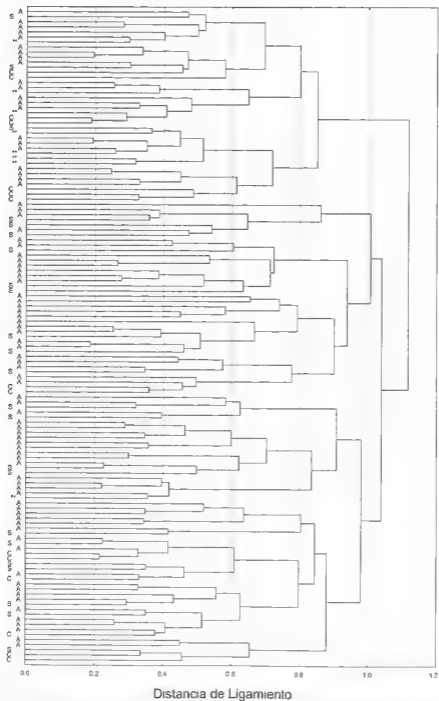


Fig 5 Fenograma obtenido del análisis de agrupamientos de los machos, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson y la técnica de ligamento promedio de la media aritmética no ponderada. C, Chile Central, S, Chile Sur; A, Argentina Sur; ** localidades chilenas intermedias.

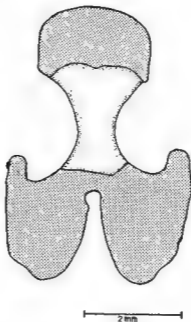


Fig. 6 - Esternon de *Pleurodema thaul* (ILPLA A 490, macho), Lago Futalaufquen, Chubut, Argentina.

En la totalidad de los especímenes examinados (9 hembras y 10 machos), pudo visualizarse claramente la presencia de un xiphisternón inciso posteriormente, tanto para los especímenes de Chile como para los de Argentina (fig. 6)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A través de análisis de componentes principales, utilizando 16 variables morfométricas, se obtuvieron ordenaciones de especímenes de *Pleurodema thaul* basadas en la variabilidad de tamaño y forma (ACP de varianza-covarianza), en las proporciones entre las variables (ACP de correlación) y en la variabilidad en forma (ACP de Burnaby).

En los tres casos, estas ordenaciones constituyen un único conjunto de ejemplares dentro del cual no es posible encontrar diferencias morfométricas entre las poblaciones estudiadas que se correspondan con la distribución geográfica. En la mayor parte de los casos, la distancia morfométrica entre ejemplares pertenecientes a una misma localidad es mayor que aquella entre ejemplares pertenecientes a distintas localidades, lo cual no permite establecer diferencias en la morfometría de las poblaciones.

Por otro lado, tampoco es posible establecer diferencias morfométricas entre las poblaciones asignadas a *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur*, que resultan de agrupar las localidades de colecta del material teniendo en cuenta las consideraciones taxonómicas realizadas por DUELLMAN & VELOSO (1977).

A través de MANOVA y análisis discriminante, se puso a prueba la hipótesis de que los morfotipos referidos a *Argentina Sur*, *Chile Central* y *Chile Sur* representan entidades morfométricamente distintas. Los resultados de estos análisis muestran que no es posible diferenciar a través de la morfometría estas tres agrupaciones geográficas de *P. thaul*. Aunque con MANOVA se detectan diferencias estadísticamente significativas, la correcta clasificación de los especímenes en estos grupos involucra un porcentaje de error muy alto (31-39 %) como para establecer diferencias morfométricas significativas entre ellos.

Los análisis de agrupamientos presentan resultados similares en cuanto a que no se ha podido establecer una correspondencia entre los grupos obtenidos del análisis y la distribución geográfica.

En este trabajo no ha sido posible el estudio de especímenes de *P. thaul* provenientes de las poblaciones del norte de Chile (Antofagasta, Río Copiapó, Río Huasco). DUELLMAN & VELOSO (1977) señalan la existencia de una población en el desierto de Pajonales (al norte de la provincia de Coquimbo) que podría representar un taxón distinto. NORTHLAND et al. (1996) muestran que las poblaciones de Antofagasta son morfométricamente más similares a las de la zona central de Chile que a las de Copiapó, geográficamente más cercanas.

DUELLMAN & VELOSO (1977) utilizan la ausencia de incisión esternal como el carácter más importante para diferenciar las poblaciones distribuidas en Argentina de las poblaciones chilenas de *P. thaul*. Estos autores atribuyen a las poblaciones argentinas un xiphisternón redondeado posteriormente, mientras que las poblaciones atribuidas a Chile presentan el xiphisternón hendido. A través del estudio detallado de la morfología del esternón se observó que todos los especímenes estudiados, tanto de Argentina como de Chile, poseen el xiphisternón hendido.

Los resultados morfométricos obtenidos en este trabajo, junto con los datos provenientes de la morfología del esternón, no permiten identificar caracteres para establecer diferencias entre las poblaciones estudiadas de *P. thaul*.

RESUMEN

Se analiza la variabilidad morfométrica y anatomica de poblaciones argentinas y chilenas del *Pleurodema thaul*. Se aplicaron métodos estadísticos multivariados sobre un total de 16 variables morfométricas. Los resultados indican que las poblaciones estudiadas de *P. thaul* no pueden ser diferenciadas en morfotipos distintos, según ha sido propuesto en trabajos previos. El estudio morfológico del esqueleto revela que el esternón (xiphisternón) de las poblaciones argentinas de *P. thaul* presenta una incisión en su porción posterior, similar a la observada en las poblaciones chilenas. Estos resultados no permiten sustentar la propuesta de separar a *P. thaul* en entidades específicas distintas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el subsidio PIP 0788 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, otorgado a G. R. SPINELLI y N. G. BASSO, y por el PICT 01-03698 de la Agencia Nacional de Promoción Científica de Argentina otorgado a N. G. BASSO. Agradecemos a G. CARRIZO por facilitarnos lugar de trabajo y por el préstamo de especímenes a su cargo en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". H. K. VORIS y A. RILSETAR nos facilitaron espacio y especímenes depositados en el Field Museum of Natural History.

LITERATURA CITADA

- BARRIO, A. & RINALDI DE CHERI, P., 1970. Estudios citogenéticos sobre el género *Pleurodema* y sus consecuencias evolutivas (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Physis*, **30** (80): 309-319.
- CEI, J. M., 1958 - Polimorfismo y distribución geográfica en poblaciones chilenas de *Pleurodema bibroni* Tschudi. *Inv. Zool. Chilenas*, **4**: 300-327.
- 1960. La batracofauna chilena muestra de procesos evolutivos. *Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología*, La Plata, Argentina, **4** (9): 183-187.
- 1962. - *Batrachios de Chile*. Santiago, Ediciones de la Universidad de Chile: 1-128.
- 1980 - Amphibians of Argentina. *Monit. zool. ital.*, (n.s.), Mon **2**: 1-609.
- CEI, J. M. & CAPURRO, L. S., 1957 - La distribución de los patrones de coloración en *Pleurodema bibroni* en relación con la distribución geográfica y el hábitat. *Inv. Zool. Chilenas*, **3**: 156-161.
- CEI, J. M. & ESPINA AGUILLERA, S., 1957. La vibración sexual preventiva ("warning vibration") en *Pleurodema* chilenas. *Inv. Zool. Chilenas*, **4**: 15-21.
- CRISCI, J. V. & LÓPEZ ARMENGOL, M. F., 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Organización de los Estados Americanos, **26**: 1-128.
- DONOSO-BARROS, R., 1969. Posición nomenclatural de un leptodactílido uruguayo (Amphibia Anura). *Bol. Soc. Biol. Concepción*, **41**: 161-162.
- DLELLMAN, W. E. & VELOSO, A. M., 1977. Phylogeny of *Pleurodema* (Anura Leptodactylidae) a biogeographic model. *Occ. Pap. Mus. nat. Hist. Univ. Kansas*, **64**: 1-46.
- FROST, D. R. (ed.), 1985. *Amphibian species of the world*. Lawrence, Allen Press & Assoc. Syst. Coll. [i-iv] + i-v + 1-732.
- GALLARDO, J. M., 1968. - Sobre la validez de algunas especies argentinas de *Pleurodema* (Anura, Leptodactylidae). *Physis*, **28** (76): 135-144.
- LYNCH, J. D., 1971. Evolutionary relationships, osteology, and zoogeography of leptodactylid frogs. *Misc. Publ., Mus. nat. Hist., Univ. Kansas*, **53**: 1-238.
- MC LISTER, J. D., LOUGHFIELD, S. C. & BOGART, J. P., 1991. Electrophoretic and vocalization comparisons among three leptodactylid frogs (*Pleurodema* spp.) from northwestern Argentina. *Can. J. Zool.*, **69**: 2397-2403.
- NORTH AND, I., CAPELLO, J. & NUÑEZ, H., 1996. Caracterización morfológica de *Pleurodema thauli* de poblaciones de Antofagasta (Amphibia Leptodactylidae). *IV Congr. Latinoamer. Herp.*, Santiago, Chile: 241.
- PARKER, H. W., 1927. A revision of the frogs of the genera *Pseudopaludicola*, *Physalaemus* and *Pleurodema*. *Ann. Mag. nat. Hist.*, **20** (60): 450-478.
- REYMENT, R. A., BLACKITH, R. E. & CAMPBELL, N. A., 1984. *Multivariate morphometrics*. Second edition. London, Academic Press: 1-233.
- ROHLF, F. J., 1993. *NTSYS-pc Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 1.8*. New York, Exeter Software, Programa y documentación.
- STATSOFT, 1996. *Statistica for Windows, Release 5.1*. Tulsa, OK, USA, Computer program manual, StatSoft, Inc.
- TAYLOR, W. R. & VAN DYKE, G. C., 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybian*, **9** (2): 107-119.

- VELOSO, A., GALLEGUILLOS, R. & DÍAZ, N., 1973. Karyotypic analysis of allopatric populations of *Pleurodema thaul* (Lesson) Amphibia, Leptodactylidae. *Caryologia*, **26** (1), 69-76.
- VELOSO, A. & NAVARRO, J., 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, **6**, 481-539.

APÉNDICE I

Material examinado

Los especímenes resaltados en negritas corresponden a ejemplares diafanizados y teñidos para estudio de su esqueleto.

ARGENTINA ($n = 198$: 115 ♂ y 83 ♀) (1) Caviahue, 2 ♀, MACN 27613-4; (2) Laguna Blanca, 1 ♀, MACN (ex CENAI) 8786; (3) Lago Nompuehuen, 1 ♀, ILPLA A.483, (4) Aluminé, 3 ♀, MACN **11648-9**, 11650; (5) Lago Tromen, 1 ♀ y 3 ♂, MACN (ex CENAI) 932-4, 937; (6) Lago Epulafquen, 1 ♂, **ILPLA A.487**; (7) Laguna Verde, 1 ♀, ILPLA A.480; (8) Lago Curruhue, 2 ♀ y 3 ♂, MACN (ex CENAI) 2014-6, 2170-1, (9) Junín de los Andes, 4 ♀ y 3 ♂, **MACN 28703**, 28704-6, 32117, **32118**, 32120; (10) Lago Lácar, 4 ♀, MACN (ex CENAI) 9146, 9149-50, MACN 36072; (11) San Martín de los Andes, 5 ♀ y 5 ♂, MACN (ex CENAI) 5986-90, MACN 11867-70, **ILPLA A.489**; (12) Pichi Trafuf, 3 ♀ y 1 ♂, MACN (ex CENAI) 1878-81; (13) Río Pichi Trafuf, 3 ♀ y 3 ♂, MACN (ex CENAI) 901, 903-7; (14) Lago Espejo, 2 ♂, MACN (ex CENAI) 1052-3, (15) Isla Victoria, 4 ♀ y 4 ♂, MACN (ex CENAI) 4090, 4094, 4097, 4099, **4107**, **MACN 9092**, MLP A 532-3, (16) Puerto Blest, 17 ♀ y 9 ♂, MACN (ex CENAI) 1527.1-3, **1527.5**, 1527.7, **1527.8**, 1527.9, 1527.11, 1527.13-16, 1527.19-20, 1956-8, 1960-3, 1967-8, 3312, MACN 31552, MLP A 425, (17) Lago Frías, 2 ♀ y 4 ♂, MACN (ex CENAI) 7151-6, (18) Lago Perito Moreno, 2 ♀ y 1 ♂, MACN (ex CENAI) 2671-3, (19) Lago Nahuel Huapi, 4 ♀ y 2 ♂, MACN (ex CENAI) 1611, 2305-7, MLP A.1079-80, (20) San Carlos de Bariloche, 2 ♂, MACN 28209-10, (21) Cerro Otto, 2 ♀, MACN 11180, MLP A.421, (22) Monte Tronador, 3 ♀, MACN (ex CENAI) 915-6, MACN 9651, (23) Cerro Catedral, 1 ♀ y 1 ♂, MACN (ex CENAI) 8801-2; (24) Cerro Challhuaco, 1 ♀ y 1 ♂, ILPLA A 481, **488**, (25) Río Manso Superior, 4 ♀ y 4 ♂, MACN (ex CENAI) 917-23, 925, (26) Río Manso, 2 ♀ y 2 ♂, MACN (ex CENAI) 4717-20; (27) Lago Hess, 6 ♀ y 3 ♂, MACN (ex CENAI) 1097-102, 1104, 1107.6, 1107.12, (28) El Foyel, 2 ♀, MACN 11435-6, (29) Río Azul, 1 ♀, MACN 15319; (30) El Bolsón, 8 ♀ y 13 ♂, MACN (ex CENAI) 3611-6, **3617**, 3618, **3619**, 3620-6, 4577, MACN 14816-8, 15416, (31) Lago Puelo, 6 ♀ y 2 ♂, MACN 15320, 26144-50; (32) Cerro Puntudo, 7 ♀ y 7 ♂, MACN (ex CENAI) 8805-6, **8807**, 8808-9, 8811-6, **8817**, 8818-9; (33) Lago Menéndez, 2 ♀, MACN (ex CENAI) 7161-2, (34) Lago Verde, 4 ♀ y 4 ♂, MACN (ex CENAI) 8820-5, **8826**, 8827, (35) Lago Futalaufquen, 5 ♀ y 3 ♂, MACN (ex CENAI) 7171.2, ILPLA A 479, 482, 484-6, **490**, (36) Lago Situación, 2 ♀, MACN 29826-7

CHILE ($n = 103$: 57 ♀ y 46 ♂). (1) Coquimbo, 8 ♀, FMNH 132471, 132488.9, 132508, 132518, 132531, 132778.9, (2) Zapallar, 1 ♀ y 2 ♂, MACN (ex CENAI) 1446-8, (3) Viña del Mar, 1 ♀, MACN 12409; (4) Valparaíso, 6 ♀, MACN (ex CENAI) 1620-1, FMNH 132721, 132723, 132733.4, (5) Santiago, 5 ♀ y 4 ♂, MACN (ex CENAI) 1622-4, **1625**, 1626, 8791-4; (6) Concepción, 4 ♀ y 9 ♂, MACN (ex CENAI) 4428-32, FMNH 214120, 214122, 214137-8.

214141, 214161, 214169-70; (7) Vegas Blancas, 4 ♀ y 2 ♂, MACN (ex CENAI) 1234, 1237, 1912-5, (8) Cordillera de Nahuelbuta, 1 ♀ y 1 ♂, MACN (ex CENAI) 1906-7; (9) Lago Villarrica, 2 ♂, MACN 28794-5; (10) Valdivia, 7 ♀ y 3 ♂, MACN 4639-48; (11) Lago Todos Los Santos, 1 ♀, MLP A 2143; (12) Llanquihue, 10 ♀ y 12 ♂, FMNH 212588-95, 212604-10, 212612, 212775, 212779, 212782, 212787-8, 212792, (13) Correntoso, 1 ♀ y 1 ♂, MACN (ex CENAI) 1923-4; (14) Chamiza, 3 ♂, MACN (ex CENAI) 1951, 1952, 1953; (15) Puerto Montt, 4 ♀ y 4 ♂, MLP A.1989, 1991, 1994-5, 2000-1, 2004-5; (16) Isla de Chiloé, 4 ♀ y 3 ♂, FMNH 212596-7, 212599-602, 212613.

Corresponding editor: Alain DUBOIS.